

PHYSIOTHERAPEUTIC APPARATUS

Patent Number: RU2144396
Publication date: 2000-01-20
Inventor(s): NALIVAJKO B A; VILISOV A A; KURKAN K I
Applicant(s): KURKAN KONSTANTIN IVANOVICH;; GNPP NIIPP;; NALIVAJKO BORIS ALEKSANDROVICH;; VILISOV ANATOLIJ ALEKSANDROVIC
Requested Patent: ☐ RU2144396
Application Number: RU19980121860 19981203
Priority Number (s): - RU19980121860 19981203
IPC Classification: A61N5/06
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

FIELD: medical engineering. SUBSTANCE: operation of apparatus is based on optical radiation of visible and/or infrared range. The apparatus has power supply source, number of radiating diodes with different spectra from light and/or infrared radiation range which forms radiating diode matrix connected to power supply source. Part of diodes are connected in parallel. They form separate groups of parallel-connected radiating diodes connected in series. Within separate group of parallel-connected radiating diodes it is expedient to select diodes of identical nominal voltage. Diodes of different polarity are connected in pairs in groups of parallel-connected diodes so that unipolar diodes are connected in matrix column. Number of diodes in every group is selected proceeding from approximate equality of sum of operating currents of unipolar diodes in group to full of given direction through matrix. Number of groups is selected proceeding from approximate equality of sum of group nominal voltages to output voltage of power supply source. Surplus voltage is damped by means of damping resistor (resistors) connected in series to both separate diodes and matrix as a whole. The apparatus provides for electric safety and preserves therapeutic efficiency in case of failure of part of radiating diodes in matrix. EFFECT: higher reliability. 5 cl, 5 dwg

Data supplied from the esp@cenet database - I2



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98121860/14, 03.12.1998

(24) Effective date for property rights: 03.12.1998

(46) Date of publication: 20.01.2000

(98) Mail address:
634034, Tomsk, ul. Krasnoarmejskaja 99a, Gos.
NPP "NIIPP", patentnyj otдел

(71) Applicant:
Vilisov Anatolij Aleksandrovich,
Kurkan Konstantin Ivanovich,
Nalivajko Boris Aleksandrovich,
Gosudarstvennoe nauchno-proizvodstvennoe
predpriatie "NIIPP"

(72) Inventor: Vilisov A.A.,
Kurkan K.I., Nalivajko B.A.

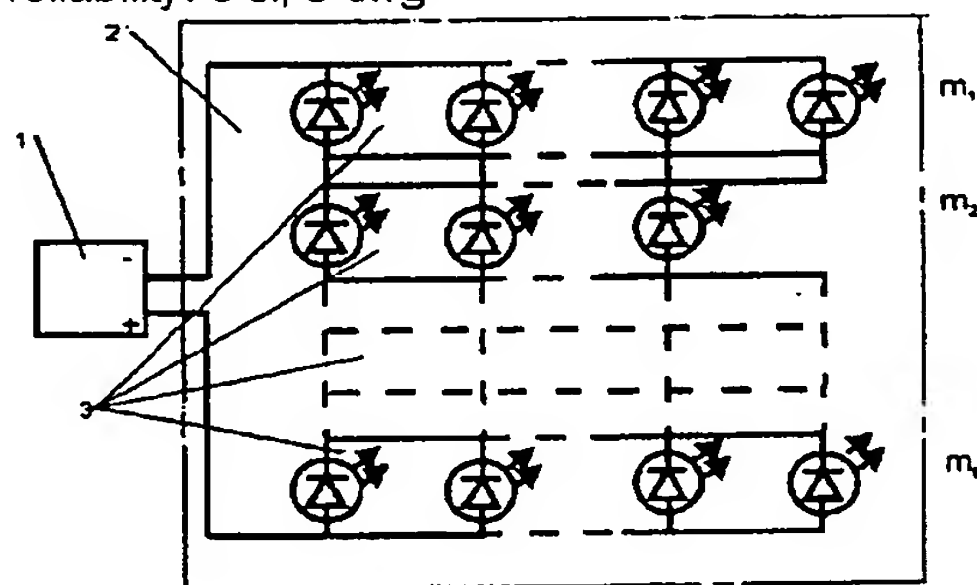
(73) Proprietor:
Vilisov Anatolij Aleksandrovich,
Kurkan Konstantin Ivanovich,
Nalivajko Boris Aleksandrovich,
Gosudarstvennoe nauchno-proizvodstvennoe
predpriatie "NIIPP"

(54) **PHYSIOTHERAPEUTIC APPARATUS**

(57) **Abstract:**

FIELD: medical engineering. SUBSTANCE: operation of apparatus is based on optical radiation of visible and/or infrared range. The apparatus has power supply source, number of radiating diodes with different spectra from light and/or infrared radiation range which forms radiating diode matrix connected to power supply source. Part of diodes are connected in parallel. They form separate groups of parallel-connected radiating diodes connected in series. Within separate group of parallel-connected radiating diodes it is expedient to select diodes of identical nominal voltage. Diodes of different polarity are connected in pairs in groups of parallel-connected diodes so that unipolar diodes are connected in matrix column. Number of diodes in every group is selected proceeding from approximate equality of sum of operating currents of unipolar diodes in group to full of given direction through matrix. Number of groups is selected proceeding from approximate equality of sum of group nominal voltages to

output voltage of power supply source. Surplus voltage is damped by means of damping resistor (resistors) connected in series to both separate diodes and matrix as a whole. The apparatus provides for electric safety and preserves therapeutic efficiency in case of failure of part of radiating diodes in matrix. EFFECT: higher reliability. 5 cl, 5 dwg



Фиг. 1



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98121860/14, 03.12.1998

(24) Дата начала действия патента: 03.12.1998

(46) Дата публикации: 20.01.2000

(56) Ссылки: 1. Аппарат лечебный портативный светодиодный матричный для фототерапии "Л=Дина-Т". Технические условия 9444-001-44240337-97. 2. US 5358503 A, 25.10.94.

(98) Адрес для переписки:
634034, Томск, ул. Красноармейская 99а, Гос. НПП "НИИПП", патентный отдел

(71) Заявитель:

Вилисов Анатолий Александрович,
Куркан Константин Иванович,
Наливайко Борис Александрович,
Государственное научно-производственное предприятие "НИИПП"

(72) Изобретатель: Вилисов А.А.,
Куркан К.И., Наливайко Б.А.

(73) Патентообладатель:

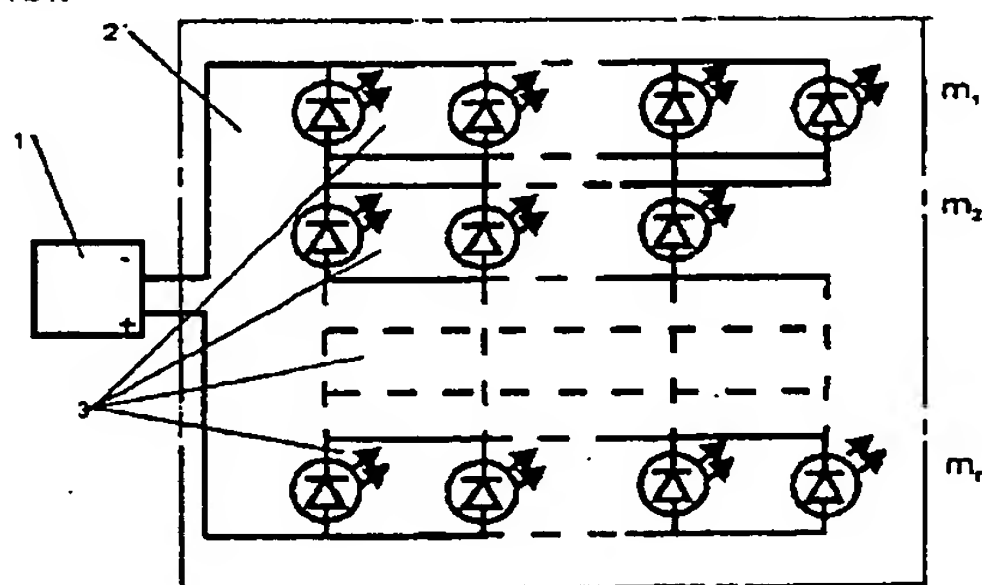
Вилисов Анатолий Александрович,
Куркан Константин Иванович,
Наливайко Борис Александрович,
Государственное научно-производственное предприятие "НИИПП"

(54) ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ АППАРАТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике, в частности к физиотерапевтическим аппаратам, работающим на основе оптического излучения видимого и/или инфракрасного диапазона. Аппарат содержит источник питания, ряд излучающих диодов с различными спектрами излучения, образующий матрицу излучающих диодов, подключенную к источнику питания, часть диодов соединена параллельно и образует отдельные подряды параллельно соединенных излучающих диодов, соединенные последовательно. В пределах отдельного подряда параллельно соединенных излучающих диодов целесообразно диоды подбирать идентичными по их номинальному напряжению. В подряды параллельно соединенных диодов включают диоды парно разнополярно так, чтобы в столбцах матрицы были включены диоды одной полярности. Количество диодов в каждом подряде выбирают исходя из приблизительного равенства суммы рабочих токов однополярных диодов подряда полному току данного направления через матрицу, а количество подрядов выбирают исходя из

приблизительного равенства суммы номинальных напряжений подрядов выходному напряжению источника питания. Излишек напряжения гасят с помощью гасящего резистора (резисторов), включенного последовательно как с отдельными диодами, так и с матрицей в целом. Аппарат обеспечивает высокую надежность и электрическую безопасность при сохранении терапевтической эффективности при возможных отказах части излучающих диодов в матрице. 4 з.п.ф-лы, 5 ил.



Фиг.1

изобретение относится к медицинской технике, в частности к физиотерапевтическим аппаратам, работающим на основе облучения патологических очагов или биологически активных зон (точек) оптическим излучением видимого и/или инфракрасного диапазона и предназначено для осуществления физиотерапевтических процедур в области ревматологии, дерматологии, хирургии и других областях медицины.

Известны лазерные физиотерапевтические аппараты, в которых источником излучения является газовый или полупроводниковый лазер или лазерная матрица [1]. Аппараты достаточно широко применяются, позволяют осуществить большое количество физиотерапевтических процедур в различных отраслях медицины, однако обладают сравнительно низкой долговечностью, высокой ценой и требуют часто высоких питающих напряжений, то есть обладают повышенной электрической опасностью в эксплуатации.

Известен простой и достаточно дешевый светодиодный физиотерапевтический аппарат [2], в котором полупроводниковые излучающие диоды видимого (преимущественно красного) диапазона соединены последовательно в одну или более цепей, образуя матрицу. При этом каждая из цепей подключена к источнику питания, выполненному, как правило, по схеме генератора тока. Источник питания может иметь в своем составе средства управления параметрами излучения (регулятор тока, модулятор, таймер и пр.).

Недостатками аппарата являются ограниченные терапевтические возможности, обусловленные тем, что он использует лишь излучение одной длины волны.

Известны более совершенные физиотерапевтические аппараты [3,4], использующие в качестве источников светодиоды с различными спектрами из светового и инфракрасного диапазонов длин волн. Каждый из аппаратов содержит блок питания, ряд излучающих диодов с различными спектрами из светового и инфракрасного диапазонов излучения, образующий матрицу излучающих диодов, которые соединены между собой по меньшей мере в одну последовательную цепь, подключенную к блоку питания. В конкретных аппаратах, построенных по такой схеме, количество последовательно включенных диодов в одну цепь составляет несколько десятков [4].

К основным недостаткам упомянутых аппаратов относится сравнительно низкая надежность последовательных цепей излучающих диодов, так как выход из строя одного диода или контактного узла (пайки, сварки) при отказе типа "обрыв", что наиболее часто встречается при отказах излучающих диодов, приводит к катастрофическому отказу аппарата, то есть выводит из строя аппарат в целом.

При параллельном подсоединении к источнику питания (генератору тока) нескольких отдельных последовательных диодных цепей выход из строя одного из диодов последовательной цепи прекращает работу этой цепи, резко уменьшает ток (как правило, до нуля) в цепи и приводит к скачкообразному возрастанию тока в 1/M раз

в других последовательных цепях (количество идентичных последовательных цепей в аппарате). А это в свою очередь может привести к лавинообразному выходу из строя оставшихся диодов, поскольку повышенный рабочий ток резко сокращает время работы излучающих диодов.

Кроме того, выход из строя одной из последовательных цепей уменьшает в $\approx 1/M$ раз выходную оптическую мощность аппарата. Значительное уменьшение выходной оптической мощности аппарата по существу приводит его в негодность, так как нарушает условия воздействия излучения на биологические объекты (меняются энергетические характеристики излучения, дозы и т.п.), а, значит, и получаемый результат лечения может существенно отличаться от результатов, полученных с помощью полностью исправных и пригодных к эксплуатации аппаратов.

К весьма важным недостаткам такого типа аппарата (см, например, [4]) относится повышенная электрическая опасность при его эксплуатации, связанная с тем, что аппарат питается непосредственно от сети переменного тока напряжением 220 В, которое через шнур вводится в корпус аппарата и, следовательно, токоведущие элементы аппарата, находящиеся под указанным напряжением, располагаются в непосредственной близости от тела пациента.

Целью настоящего изобретения является создание физиотерапевтического аппарата повышенной надежности и электрической безопасности.

Для достижения поставленной цели в физиотерапевтическом аппарате, содержащем источник питания, ряд излучающих диодов с различными спектрами из светового и/или инфракрасного диапазонов излучения, образующий матрицу излучающих диодов, подключенную к источнику питания, часть диодов соединены параллельно и образуют отдельные подряды параллельно соединенных излучающих диодов, соединенные последовательно.

Для более устойчивой работы аппарата и упрощения сборки целесообразно диоды в пределах отдельного подряда параллельно соединенных излучающих диодов подбирать идентичными по их номинальному напряжению.

При необходимости включать в подряд излучающие диоды, различающиеся по номинальным напряжениям и рабочим токам целесообразно в подрядах параллельно соединенных диодов по меньшей мере часть диодов снабдить отдельными гасящими резисторами.

Зачастую из технических или медицинских соображений возникает необходимость применять источник питания переменного тока (например, с целью модуляции излучения). В таком случае целесообразно в подряды параллельно соединенных диодов включать диоды парно разнополярно так, чтобы в рядах матрицы были включены диоды одной полярности.

Поскольку излучающие диоды различного спектра излучения, как правило, различаются величинами рабочих токов и напряжений, то для сбалансированной работы матрицы необходимо задавать определенное количество диодов в каждой цепи (если

включены гасящие сопротивления, то их необходимо учитывать при определении количества диодов). В общем случае количество диодов в каждом подряде выбирают исходя из приблизительного равенства суммы рабочих токов однополярных диодов подряда полному току данного направления через матрицу, а количество подрядов выбирают исходя из приблизительного равенства суммы номинальных напряжений подрядов выходному напряжению источника питания.

Излишек напряжения может быть погашен с помощью гасящего резистора (резисторов), включенного последовательно как с отдельными диодами, так и с матрицей в целом.

Тем не менее, на практике предпочтительнее в параллельные подряды объединять диоды одного спектра излучения (цвета свечения).

При таком соединении диодов в матрице выход из строя одного из диодов приводит к незначительному (не более нескольких процентов) увеличению тока, протекающего через диоды этого подряда; ток, протекающий через диоды других подрядов, остается неизменным и работоспособность аппарата не нарушается. Теоретическая и экспериментальная оценка показывает, что отказ до 30% диодов в матрице не приводит к существенным изменениям выходной мощности и катастрофическому отказу аппарата. Таким образом надежность аппарата существенно возрастает.

Разумное количество диодов в столбцах матрицы не превышает 3-6, а оптимальное количество параллельно включенных диодов в ряду равно 4-10 и определяется рабочим током диодов и допустимым (номинальным) выходным током источника питания. Рабочее напряжение такой матрицы полупроводниковых излучающих диодов оказывается в пределах 5,5-12,0 В, то есть матрица может быть запитана от низковольтного аккумулятора или блока питания с понижающим трансформатором. Следовательно, при эксплуатации к телу пациента подносится аппарат с низким напряжением питания - в несколько вольт, чем обеспечивается высокий уровень электрической безопасности эксплуатации аппарата.

Таким образом, перечисленные признаки обеспечивают физиотерапевтическому аппарату высокую надежность и электрическую безопасность при сохранении терапевтической эффективности при возможных отказах части излучающих диодов в матрице.

Далее изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 показана электрическая схема предлагаемого физиотерапевтического аппарата с полярным источником питания, электрическая схема с запиткой матрицы диодов переменным током приведена на фиг. 2. На фиг.3 приведен фрагмент матрицы с диодом, снабженным гасящим резистором. На фиг.4 приведена схема, по которой проведены экспериментальные испытания матрицы, и фиг.5 иллюстрирует результаты эксперимента.

Один из возможных вариантов исполнения аппарата (фиг.1) содержит полярный источник

питания - 1, матрицу излучающих диодов - 2, включенные последовательно подряды - 3 параллельно однополярно включенных излучающих диодов. Диоды могут быть любого спектра из терапевтически активного диапазона длин волн 400 - 1600 нм, и количество их в подрядах (m_1, m_2, \dots, m_n) выбирают исходя из приблизительного равенства суммы рабочих токов однополярных диодов подряда полному току данного направления через матрицу, а количество подрядов выбирают исходя из приблизительного равенства суммы номинальных напряжений подрядов выходному напряжению источника питания.

В общем случае излишек напряжения может быть погашен с помощью гасящего резистора как в цепи отдельного диода (фиг.3), так и на входе матрицы в целом.

При использовании источника питания переменного тока (фиг. 2) диоды матрицы - 2 включаются в каждом подряде - 3 попарно параллельно разнополярно так, чтобы в матрице были колонки с одним направлением включения диодов.

Экспериментальная схема проверки работоспособности аппарата при отказах диодов (фиг. 4) включает те же обозначения, а также 4 - измеритель полного тока через матрицу и 5 - измеритель тока в цепи отдельного диода подряда, в котором имитируются "обрывы" диодов.

Испытывалась матрица светодиодов красного цвета размером $m_1=m_2=\dots=m_n=10$, $n=5$. В подряде, в цепь одного из диодов которого включен измеритель тока через этот отдельный диод, последовательно отключались 1, 2, ..., 9 диодов и измерялся общий ток через матрицу (I_0) и ток через i -й диод (I_i). Экспериментальная зависимость I_0 и I_i от числа "отказов" диодов типа "обрыв" в этом ряду и приведена на фиг.5.

Рассмотрим для примера, к чему приведет выход из строя одного из диодов любого ряда, например:

1) в случае, когда блок питания аппарата выполнен по схеме генератора тока, выход из строя диода, с наиболее вероятным видом отказа для светодиодов - типа "обрыв", в любом из рядов - 3 приведет к уменьшению выходной оптической мощности ряда $P_{\text{вых}}$ на величину близкую к $P_{\text{вых}}/m_i$, где m_i - число диодов в указанном ряду. В тоже самое время ток в каждом из диодов указанного ряда возрастет на величину I_i/m_i , где I_i - рабочий ток в рассматриваемом ряду матрицы диодов, а ток, протекающий через всю матрицу, будет оставаться постоянным. Возрастание тока, протекающего через светодиод, приводит к пропорциональному росту выходной оптической мощности светодиода. Следовательно, полная выходная оптическая мощность аппарата практически останется неизменной и можно без всяких опасений использовать наработанные методики воздействия и получать ожидаемый результат лечения;

2) в случае, когда блок питания выполнен по схеме генератора напряжения, выход из строя диода в ряду с отказом типа "обрыв" увеличит сопротивление ряда до величины $U_i / (m_i - 1)I_i$, где U_i и I_i - рабочие напряжение и токи диодов рассматриваемого ряда, и произойдет перераспределение напряжения

указанном ряде напряжение возрастет, а на других "полных" рядах уменьшится. При этом пропорционально изменениям токов, протекающих в диодах, будет изменяться и выходная оптическая мощность диодов и аппарата в целом. Выходные оптические параметры аппарата изменятся крайне незначительно и не будут никаких причин ограничивать использование ранее наработанных методик лечебного фототерапевтического воздействия.

Результаты эксперимента, проведенного для матрицы светодиодов красного цвета размером 10x5 для различного числа "отказавших" диодов в одном из рядов, подтверждают проведенный анализ (фиг.5).

Предлагаемое техническое решение проверено в условном эксперименте и использовано при изготовлении лабораторных образцов светодиодных аппаратов для фототерапии серии "Геска". При эксплуатации образцов в несколько раз сократился возврат отказавших аппаратов.

Источники информации, использованные при составлении описания

1. Илларионов В. Е. Основы лазерной терапии. - М.: Респект объединения Инотех-Прогресс, 1992, с. 71-80.

2. Патент ЕПВ N 0672435, A 61 N 5/06, 02.94.

3. Патент GB N 22112010, A 61 N 5/06, 11.87.

4. Аппарат лечебный портативный светодиодный матричный для фототерапии "Дюна-Т". Технические условия 9444-001-44240337-97.

Формула изобретения:

содержащий источник питания, ряд излучающих диодов с различными спектрами из светового и/или инфракрасного диапазонов излучения, образующих матрицу излучающих диодов, подключенную к источнику питания, отличающийся тем, что в нем часть диодов соединена параллельно и образует отдельные подряды параллельно соединенных излучающих диодов, соединенные последовательно.

2. Аппарат по п.1, отличающийся тем, что в нем указанные параллельно соединенные диоды в пределах отдельного подряда параллельно соединенных излучающих диодов выбраны идентичными по их номинальному напряжению.

3. Аппарат по п.1, отличающийся тем, что в нем в отдельном подряде параллельно соединенных диодов по меньшей мере часть диодов снабжена отдельными гасящими резисторами.

4. Аппарат по п.1, отличающийся тем, что в нем в подряды параллельно соединенных диодов включены диоды парно разнополярно так, что в рядах матрицы включены диоды одной полярности.

5. Аппарат по п.1, 2 и 4, отличающийся тем, что в нем количество диодов в каждом подряде выбирают исходя из приблизительного равенства суммы рабочих токов однополярных диодов подряда полному току данного направления через матрицу, а количество подрядов выбирают исходя из приблизительного равенства суммы номинальных напряжений подрядов выходному напряжению источника питания.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

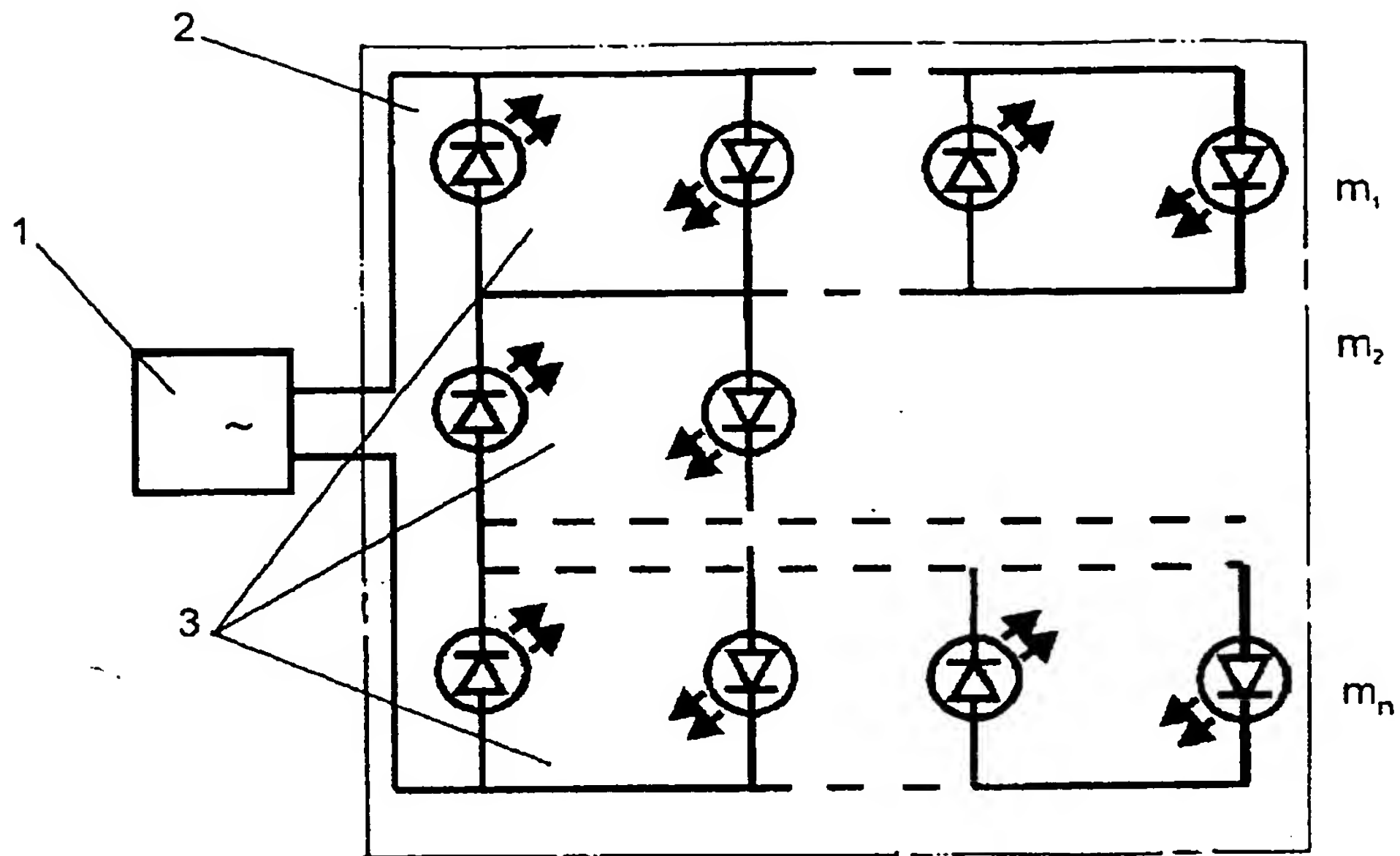
55

60

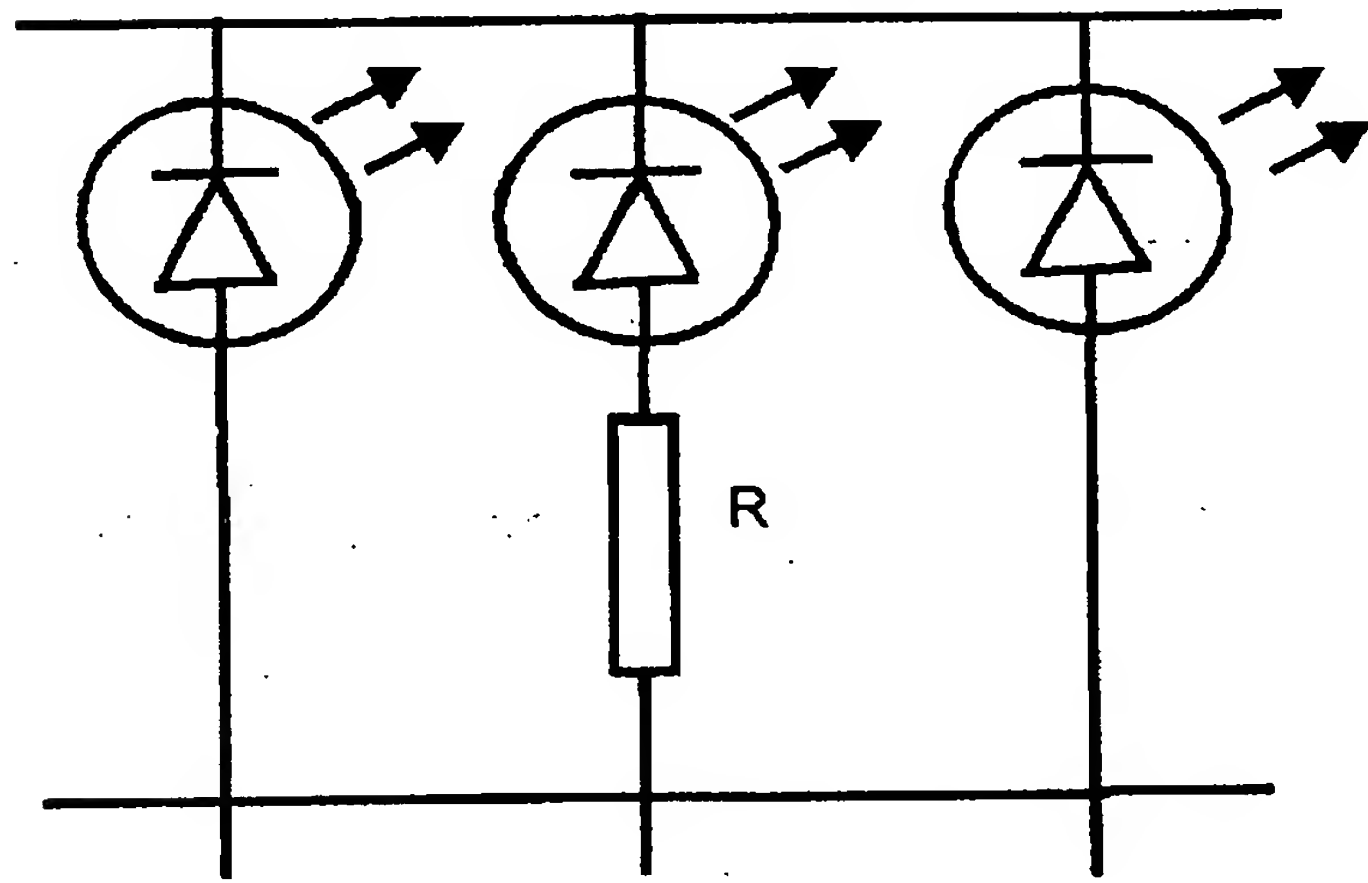
-5-

RU 2144396 C1

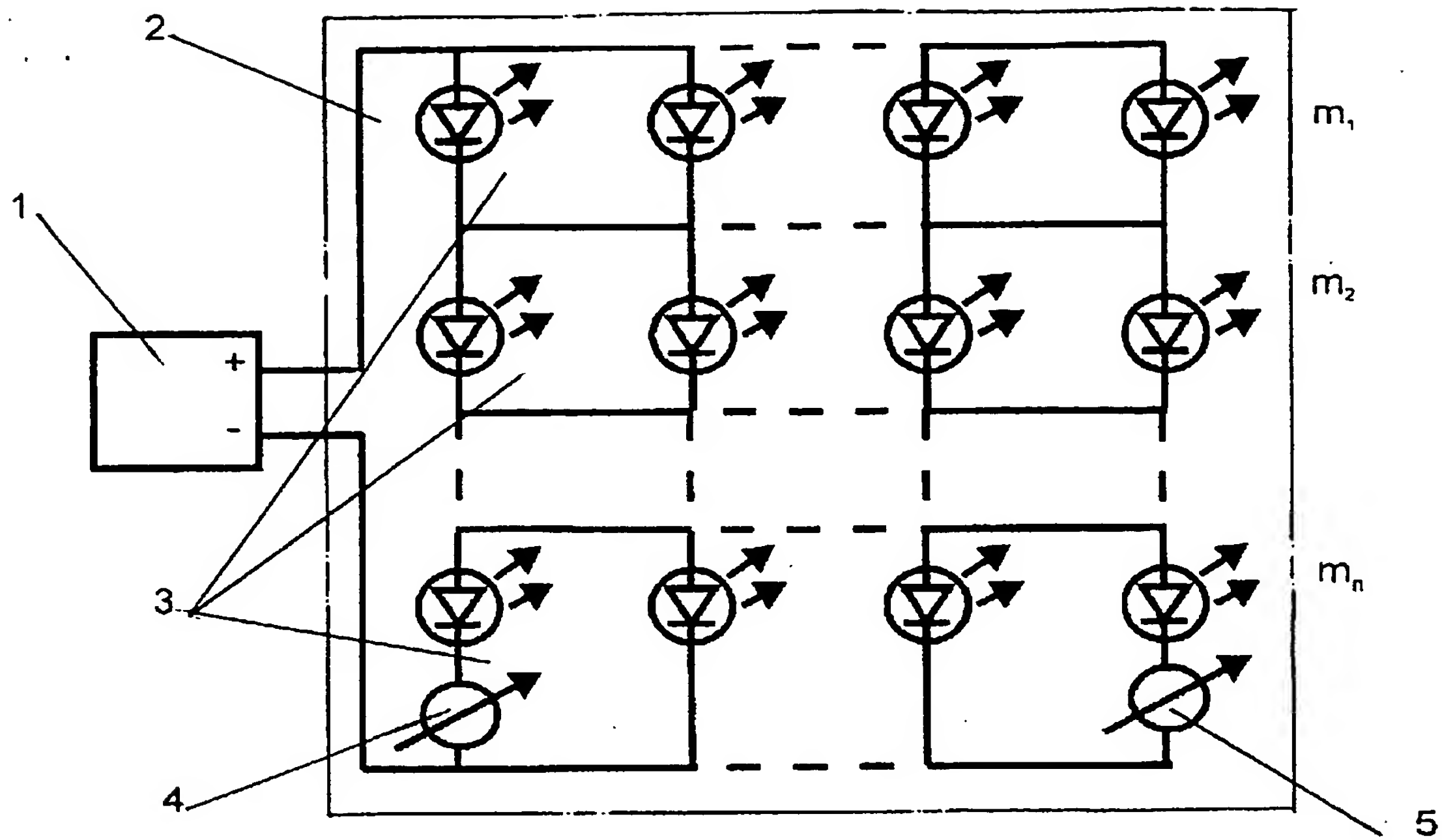
RU 2144396 C1



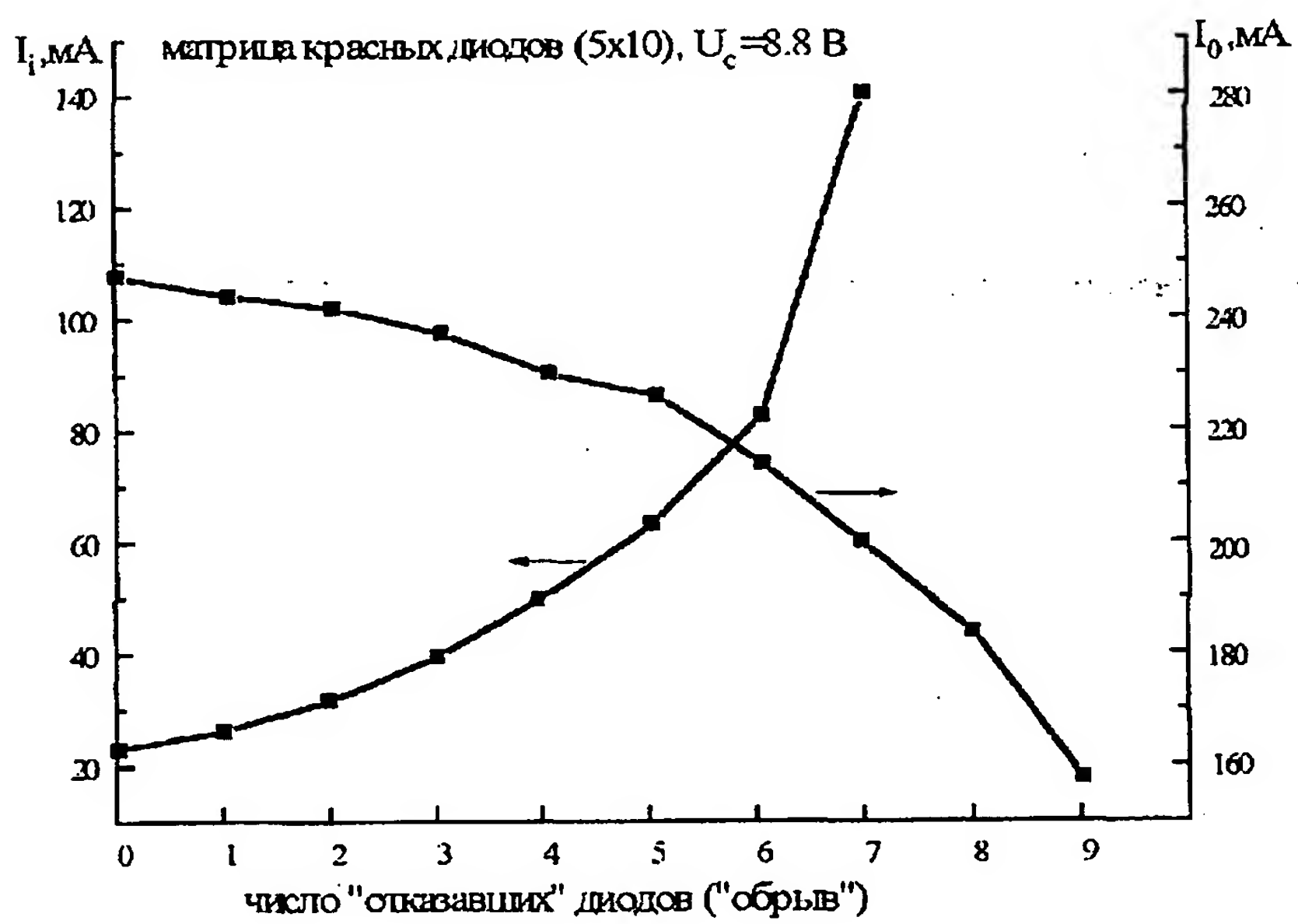
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5